



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 10 595 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 04 B 53/14  
F 04 B 1/20

②① Aktenzeichen: 196 10 595.1-15  
②② Anmeldetag: 18. 3. 96  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 10. 10. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Brueninghaus Hydromatik GmbH, 89275 Elchingen,  
DE

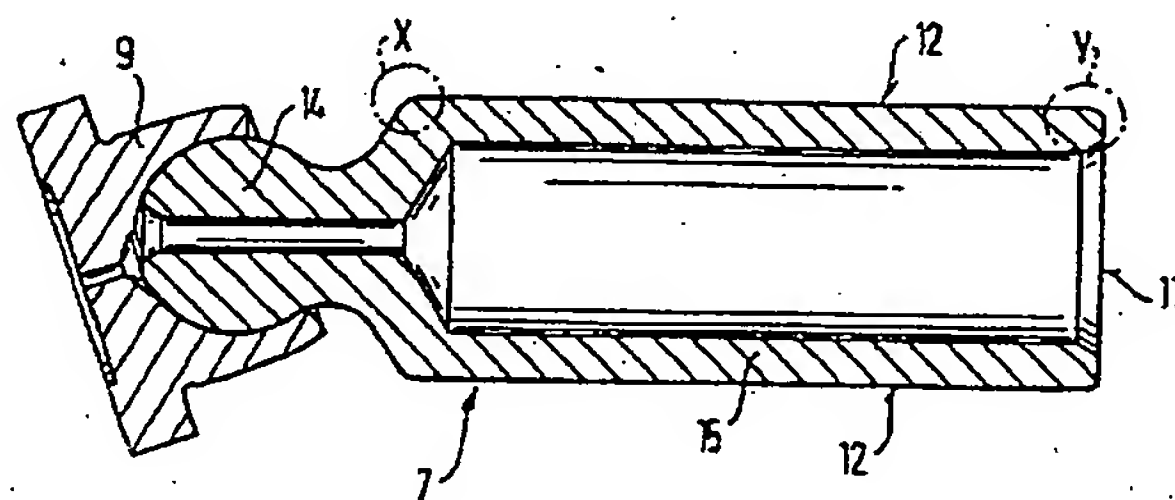
⑦④ Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Rechts- und Patentanwälte,  
80331 München

⑦② Erfinder:  
Beck, Josef, 72401 Haigerloch, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 36 09 892 A1  
DE-OS 23 20 554

⑤④ Kolben für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine

⑤⑦ Es wird ein Kolben für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine beschrieben, bei dem die Mantelfläche (12) des Kolbenschaftes (15) an ihrem in die Kolbenstirnseite (11) übergehenden vorderen Endbereich (Y) und/oder ihrem zum Kolbenkopf hin liegenden hinteren Endbereich (X) eine Anfasung (16; 18; 19; 21) mit stetig veränderten Krümmungsradien aufweist.



DE 196 10 595 C 1

DE 196 10 595 C 1

Die Erfindung betrifft einen Kolben für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine, insbesondere in Schrägscheibenbauform mit einer Zylindertrommel, darin angeordneten axialen Zylinderbohrungen und einer Schrägscheibe, an der die Kolben abgestützt sind. Die Kolben bestehen aus einem Kolbenschaft mit einer Kolbenstirnfläche und mit einer sich in der Zylinderbohrung hin- und herbewegenden zylindrischen Mantelfläche sowie einem sich an der Schrägscheibe abstützenden Kolbenkopf.

Derartige Kolben für Axialkolbenmaschinen sind beispielsweise aus der DE-OS 23 20 554 und DE 36 09 892 A1 bekannt. Zumindest die der stirnseitigen Druckfläche dieser Kolben zugewandten Endbereiche der zylindrischen Mantelfläche sind aus den verschiedensten Gründen abgeschrägt oder abgerundet. Dem Fachmann ist bekannt, daß bei derartigen Maschinen das Kolben spiel und die Kinematik solcher Maschinen zwangsläufig zu einer wechselnden Schrägstellung des Kolbens in der Zylinderbohrung führt, was eine erhöhte Reibung und Verschleiß bewirkt, insbesondere bei weichem Zylindermaterial, z. B. Bronze. Während der Kolbenbewegung tritt an der Wandung der Zylinderbohrung ein Schabeffekt durch die Endkanten der Kolben/Mantelfläche auf. Damit während der Kolbenbewegung an der Wandung der Zylinderbohrung kein Schabeffekt auftritt, sind die Zylinderbohrungen in diesem Bereich teilweise frei bearbeitet. Um die Abnutzung der Wandungen des Zylinders zu verringern, ist bei dem Kolben nach DE-OS 23 20 554 der innere Endabschnitt des Kolbens zur stirnseitigen Druckfläche hin abgeschrägt. Bei dieser Ausführung mit Anfasungen (Abschrägungen) tritt ohne eine freie Bearbeitung der Wandung der Zylinderbohrung weiterhin Verschleiß an der Ein- und Austauschstelle des Kolbenschaftes auf, da die Anfasung ihrerseits Kanten hat.

Es wurde festgestellt, daß diese Kanten der Anfasung oder auch mit gleichem, kleinem Krümmungsradius gebrochene Kanten die genannte Schabwirkung nicht vermeiden. Diese Schabwirkung verhindert den Aufbau des zur Abführung der Reibungswärme benötigten Leckölschmierfilmes und neigt zum Verklemmen der Kolben in der Zylinderbohrung (Schubladeneffekt).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine zu schaffen, bei dem der Verschleiß an der Ein- und Austauschstelle des Kolbenschaftes weiter vermindert ist und gleichzeitig der hydraulisch-mechanische und volumetrische Wirkungsgrad der hydrostatischen Maschine verbessert ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist der Kolben nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche des Kolbenschaftes an ihrem in die Kolbenstirnseite übergehenden vorderen Endbereich und/oder ihrem zum Kolbenkopf hin liegenden hinteren Endbereich eine Anfasung mit stetig veränderten Krümmungsradien aufweist. Dadurch ist nicht nur eine Reduzierung der Reibung an den Kolbenschaftenden dadurch erreicht, daß das Anfasungsprofil den unterschiedlich großen Schrägstellungen des Kolbens bei seiner Hin- und Herbewegung in der Zylinderbohrung angepaßt ist, sondern es kann auch von einer geringeren Toleranz für das zulässige Kolbenspiel ausgegangen werden. Die Erfindung ermöglicht einen besseren Schmierfilmaufbau zur Abführung der Reibwärme der Zylinderbohrungswandung. Schließlich ist eine überraschende Verbesserung des hydraulisch-mechanischen und volumetrischen Wirkungsgrades, gemessen wurden bis zu 3%, dadurch erreicht, daß das Anfasungsprofil die wirksame stirnseitige Druckfläche des Kolbens vergrößert.

Zweckmäßige Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Beispielsweise Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch im Schnitt eine Axialkolbenmaschine in Schiefscheibenbauart,

Fig. 2 schematisch in einer Schnittansicht Zylindertrommel, Schiefscheibe und Kolben mit stark übertrieben dargestellter Schrägstellung der Kolben in den Zylinderbohrungen,

Fig. 3 im Schnitt einen Kolben mit Gleitschuh,

Fig. 4 vergrößert im Ausschnitt den Bereich Y in Fig. 3,

Fig. 5 vergrößert im Ausschnitt den Bereich X in Fig. 3,

Fig. 6 vergrößert im Ausschnitt den Bereich Y in Fig. 3 einer anderen Ausführungsform und

Fig. 7 vergrößert im Ausschnitt den Bereich X in Fig. 3 der anderen Ausführungsform.

Die in Fig. 1 schematisch im Schnitt dargestellte Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauform besteht aus einem Gehäuse 1, der An/Abtriebswelle 2, der Zylindertrommel 3, dem Gehäusedeckel 4 mit Steuerscheibe 5, der Schiefscheibe 6, den Kolben 7, die sich in Zylinderbohrungen 8 der Zylindertrommel 3 dadurch bewegen, daß sie sich über Gleitschuhe 9 an der Schiefscheibe 6 abstützen. Die Schrägstellung der Schiefscheibe 6 kann durch eine Verstellereinrichtung 10 und damit das Hubvolumen der Maschine verändert werden. Insgesamt ist diese Axialkolbenmaschine von üblicher Bauart und es erübrigt sich eine nähere Beschreibung.

Die Kolben 7, bei der gezeigten Ausführungsform Hohlkolben, bestehen aus einem Kolbenschaft 15 mit druckwirksamer Kolbenstirnseite 11. Der Kolbenschaft 15 hat eine zylindrische Mantelfläche 12, welche an der Wand 13 der Zylinderbohrung 8 gleitet. Auf der der Kolbenstirnseite 11 abgewandten Seite geht der Kolbenschaft in den Kolbenkopf 14 über, der in dem Gleitschuh 9 gelagert ist. Zur Verdeutlichung der Kinematik ist in der Fig. 2 die Schrägstellung der Kolben 7 in den Zylinderbohrungen 8 stark übertrieben dargestellt.

Die für die Entstehung des Schabeffektes entscheidenden Stellen sind die Endbereiche des Kolbenschaftes. Der vordere Endbereich des Kolbenschaftes 15, in welchem der Kolbenschaft 15 in die Kolbenstirnseite 11 übergeht, ist mit Y bezeichnet und für die Ausführungsformen in den Fig. 4 und 6 vergrößert dargestellt. Der hintere Endbereich des Kolbenschaftes 15 ist mit X bezeichnet und für die beiden Ausführungsformen in den Fig. 5 und 7 vergrößert dargestellt.

Das Anfasungsprofil 16 nach Fig. 4 beginnt an der Kolbenstirnseite 11 mit einem kleinen Krümmungsradius R1 und setzt sich mit stetig größer werdenden Krümmungsradien bis zur Mantelfläche 12 fort, in welcher der Krümmungsradius R2 unendliche Größe erreicht. Das Anfasungsprofil 16 läuft stetig flacher werdend in die Mantelfläche aus. Die zwischen der Kolbenstirnseite 11 und dem Beginn des Anfasungsprofils 16 mit kleinem Krümmungsradius R1 entstehende Kante 17 ist funktionell bedeutungslos, da diese Kante in keiner Schrägstellung des Kolbens in den Bereich der Wandung der Zylinderbohrung kommt. Im allgemeinen ist diese Kante

17 so weit nach innen zur Kolbenmittelachse gelegt, d. h. das Anfasungsprofil 16 ist so groß, daß es auch als Einführungsphase bei der Montage der Kolben zur Vermeidung von Beschädigungen der Zylinderbohrungswandung dient. Das Anfasungsprofil 18 im hinteren Endbereich des Kolbenschaftes 15 nach Fig. 5 beginnt von der Seite des Kolbenkopfes 14 her mit kleinem Krümmungsradius R3, läuft mit stetig größer werdenden Krümmungsradien in die Mantelfläche 12 des Kolbens aus, wo sie den Krümmungsradius R2 unendlicher Größe der Mantelfläche erreicht.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 weist das Anfasungsprofil 19 auf der Seite der Kolbenstirnfläche 11 zunächst wiederum einen Meinen Radius R4 auf, der gleichbleibend oder größer werdend stetig in einen großen Krümmungsradius R5 übergeht. Dieser Krümmungsradius R5 kann auch unendlich groß sein, was bedeutet, daß in diesem Bereich eine konisch ringförmige Anfasungs-Druckfläche 20 gebildet wird. Anschließend setzt sich das Anfasungsprofil 19 mit gegenüber dem Krümmungsradius R5 wieder kleinerem Krümmungsradius R6 fort, wobei die Krümmungsradien R7 usw. wieder stetig größer werden, bis sie den Krümmungsradius R2 mit dem Wert unendlich der Mantelfläche 12 des Kolbens erreichen, so daß das Anfasungsprofil 19 auch hier kontinuierlich und flach in die Mantelfläche 12 übergeht. Die konisch ringförmige Druckfläche 20 erhöht den hydraulisch-volumetrischen Wirkungsgrad des Kolbens. Der Winkel zwischen einer axialen Mantellinie der Druckfläche 20 und einer axialen Mantellinie der Mantelfläche 12 des Kolbens sollte kleiner als  $5^\circ$  sein. Das Anfasungsprofil 21 nach Fig. 7 im hinteren Endbereich X beginnt bei dieser Ausführungsform von der Kolbenkopfseite her mit einem konstanten Krümmungsradius R8, hat einen sehr großen, über einen Meinen Bereich konstant bleibenden Krümmungsradius R9 und geht dann mit gegenüber R9 zunächst etwas kleinerem Krümmungsradius in die anschließend wieder größer werdenden Krümmungsradien R10 über, bis diese den Krümmungsradius R2 unendlicher Größe der Mantelfläche 12 erreichen.

#### Patentansprüche

1. Kolben für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine, insbesondere in Schrägscheibenbauform mit einer Zylindertrommel (3), darin angeordneter axialer Zylinderbohrungen (8) und einer Schrägscheibe (6), an der die in den Zylinderbohrungen hin- und herbeweglichen Kolben (7) abgestützt sind, bestehend aus einem Kolbenschaft (15) mit einer Kolbenstirnfläche und mit einer in der Zylinderbohrung anliegenden zylindrischen Mantelfläche (12) sowie einem sich an der Schrägscheibe (6) abstützenden Kolbenkopf (14), dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche (12) des Kolbenschaftes (15) an ihrem in die Kolbenstirnseite (11) übergehenden vorderen Endbereich (Y) und/oder ihrem zum Kolbenkopf hin liegenden hinteren Endbereich (X) eine Anfasung (16; 18; 19; 21) mit stetig veränderten Krümmungsradien aufweist.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfasung (16; 18; 19; 21) der Mantelfläche von dem Kolbenschaftende beginnend mit einem kleinen Krümmungsradius und anschließend größer werdenden Krümmungsradien in die zylindrische Mantelfläche (12) mit dem Radius unendlich ausläuft.

3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die stetige Änderung der Krümmungsradien derart gewählt ist, daß ein zumindest annähernd logarithmisch verlaufendes Anfasungsprofil (16; 18) an den Endbereichen der Mantelfläche (12) gegeben ist.

4. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfasung (19; 21) der Mantelfläche von dem Kolbenschaftende mit einem kleinen Krümmungsradius (R4; R8) beginnt, sich mit einem großen, vorzugsweise unendlich großen Krümmungsradius (R5; R9) unter Bildung einer konisch ringförmigen Anfasungs-Druckfläche (20) fortsetzt und anschließend mit wieder kleinerem (R6) und dann größer werdenden Krümmungsradien (R7) in die zylindrische Mantelfläche mit unendlichem Krümmungsradius (R2) übergeht.

5. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel der Konizität der Anfasungs-Druckfläche (20) zu der zylindrischen Mantelfläche (12) kleiner als  $5^\circ$  ist.

6. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Anfasungsprofil an dem vorderen Endbereich und an dem hinteren Endbereich der Mantelfläche des Kolbenschaftes unterschiedlich ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



FIG. 1

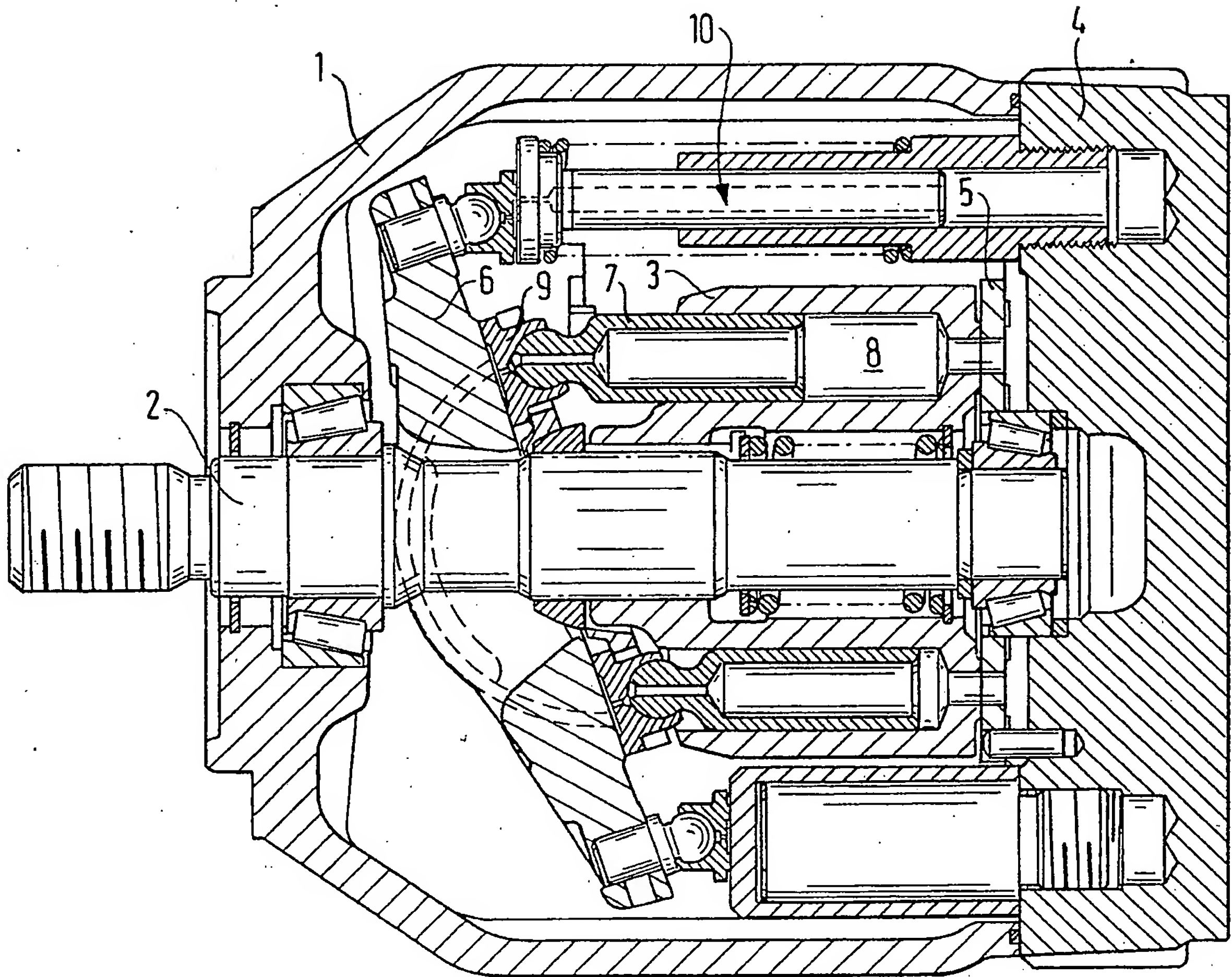


FIG. 2

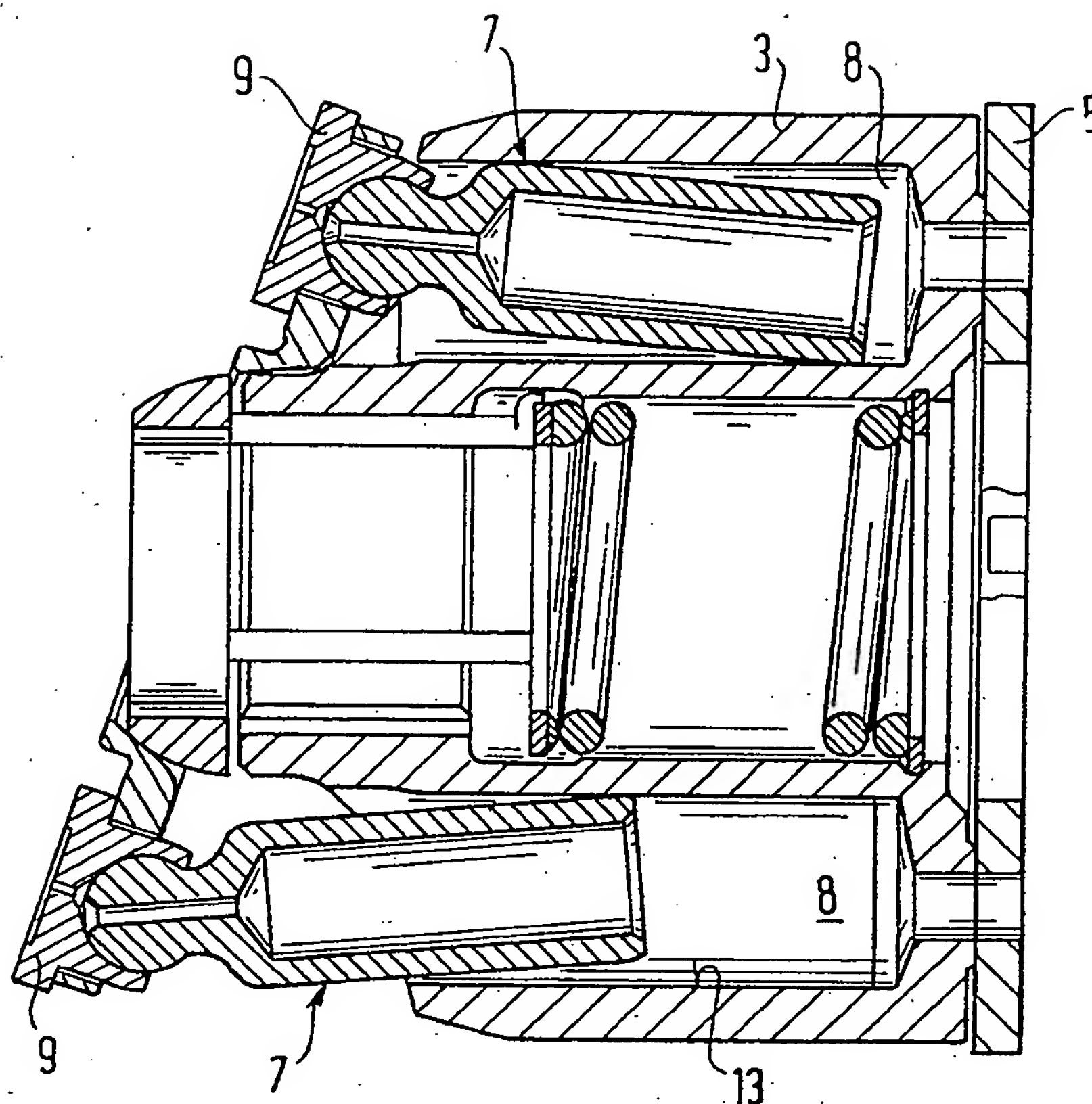


FIG. 3

